Sehen und Sehorgan.

Vortrag, gehalten in der Singakademie am 23. März 1867

von

A. von Graefe.

Mit 5 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Berlin, 1867.

C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.
A. Charisius.

Inhalt.

Mögen wir uns, meine Hochverehrten, über das geheimnißvolle Band, welches Sinneswahrnehmung und Seelenleben verknüpft, die eine oder andere Anschauung bilden, so steht es fest, daß das durch die Sinneseindrücke gelieferte Material die Grundlage darbietet, auf welcher die Entwicklung der Seele sich entfaltet, daß es die Nahrung abgiebt für die anwachsenden Vorstellungen und Begriffe, und daß es allein im Stande ist die Beziehung unseres Ichs auf die Außenwelt, in welcher jede bewußte Geistesthätigkeit wurzelt, zu erhalten.

Nicht mit elementaren Vorstellungen versehen, wie es idealistische Schulen gelehrt haben, kommt das Kind zur Welt, wohl aber mit der Fähigkeit, diese Vorstellungen, als nächste Wirkungen der eingeborenen Seelenkraft, zu erwerben, sobald die ihm zufallenden Sinneseindrücke den Zündstoff für die ersten psychischen Processe abgeben. Von besonderem Einfluß für dieses Keimstadium des Seelenlebens ist offenbar der Zusammentritt von Gesichts- und Tastempfindungen, die aus einer und derselben Quelle stammen; das Kind sieht und fühlt zugleich die Bewegung seiner eignen Glieder. Es knüpft sich hieran bald der Vorstellungsschluß, daß jedem Gesichtseindruck auch etwas Tastbares zu Grunde liege; ein Schluß, der durch neue Erfahrungen in weiteren und weiteren Kreisen befestigt wird. Je reichhaltiger sich nun die Welt der Sinneseindrücke und namentlich die Beziehung der einzelnen Sinne unter sich gestaltet, desto allseitiger tauchen solche Inductionsschlüsse auf,

deren Prüfung durch die natürliche Entwicklung und erfahrenere Uebung der psychischen Kräfte auch in wachsendem Maaße erleichtert wird. Es bilden sich durch einen Act des Sammelns und Vergleichens die zusammengesetzten Vorstellungen aus den einfachen heraus, und das gesetzmäßige, logisch gegliederte Seelenleben nimmt einen immer höheren Aufschwung, während es durch die unerschöpfliche Thätigkeit der Sinne neuen und neuen Stoff zum Ausbauen erhält.

Aber auch nach entwickeltem Seelenleben wird das Bewußtsein jedes Augenblicks nur durch die ununterbrochene Thätigkeit der Sinne erhalten. Mit Abspannung derselben wankt der durch die gesammte Erfahrung der Seele erworbene Standpunkt für die Einreihung unseres Ichs in die Ordnung der Dinge, und versinken wir hiermit gradweise in einen unbewußteren Zustand. Daß dies von Zeit zu Zeit geschehe, ist eine naturgemäße Bedingung, ohne deren Erfüllung die Energie der Sinne selbst und auch die Triebkraft des Vorstellungsvermögens verfällt. Der Schlaf, auf welchen ich hier hindeute, wird zunächst durch möglichste Abhaltung aller Sinnesreize erstrebt; wenn es uns hierbei gelingt, eine ausreichende Herabsetzung der schon durch die Tagesermüdung verringerten Sinnesreizbarkeit zu erzielen, so ist die Unterbrechung bewußterer Seelenthätigkeit eine nothwendige Consequenz. Können wir nicht einschlafen, so liegt es eben an der Nichterfüllung jener Bedingung; es gelingt uns beispielsweise nicht die Sinne so abzuspannen, daß uns nicht noch eine kleine Lichtquelle, oder ein leises Geräusch oder die Lage des eigenen Körpers Wahrnehmungen erregt.

Wie übrigens die Sinnesthätigkeit während des Schlafes nicht erloschen, sondern nur herabgesetzt ist; so ist auch das Bewußtsein nicht völlig aufgehoben, sondern nur auf eine niedere Stufe reducirt. In den Träumen behalten wir die Empfindung unserer Person, zum Theil auch der umgebenden Verhält-

nisse. Haben sich durch Fortbestand des Schlafes die Sinne mehr und mehr erholt, so kommt es wieder zu deutlicheren Eindrücken; die Tiefe des Schlafes nimmt zunächst ab, das Bewußtsein erreicht wieder höhere, wenn auch immer noch rudimentäre Stufen, die Traumvorstellungen jagen sich weniger rasch, schweifen auch durch ihren Inhalt weniger von der Richtschnur bewußter Seelenthätigkeit ab, und es kommt namentlich dann zum Erwachen, wenn, wie bei den ersten psychischen Processen des Kindes, der Zusammenschlag von Eindrücken verschiedener Sinne die Vorstellungsmächte wieder orientirt.

Noch leichter als beim Schlafe überzeugt man sich von diesem Getragensein des Bewußtseins durch die Sinnesthätigkeit bei gewissen Betäubungszuständen. Aether, Chloroform und ähnliche Mittel setzen, wenn sie dunstförmig eingeathmet werden, zunächst die Energie der Tastnerven herab, woraus die Kunst bekanntlich reiche Nutzanwendungen gezogen hat; sie dehnen aber ihren Einfluß auch auf die anderen Sinnesnerven, und zwar in einer gesetzmäßigen Succession, aus. Nichts hindert uns die Betäubung an uns selbst so zu graduiren, daß wir die Stadien, in welchen wir theilweise unserer fünf Sinne beraubt sind, mit der zur Beobachtung nöthigen Langsamkeit sich folgen lassen. Spannen wir jetzt alle Willkür an, uns immer das Bild der Situation und beliebige Vorstellungen, die zum Tragen des Bewußtseins dienen, wach zu erhalten, so gelingt dies allenfalls noch bei sehr herabgesunkener Empfindlichkeit der Haut und einigem Verfall der anderen Sinne: wenn aber der letzte Gehörseindruck als Rest objectiver Sinnesthätigkeit verklungen ist, dann, und zwar spätestens dann wird die Seele von den Traumvorstellungen überwogt, und das untergegangene Bewußtsein kann sich erst mit Herstellung der Sinnesthätigkeit wieder emporarbeiten.

Für die ethische Entwicklung des Seelenlebens ist die Rolle

der Sinnesthätigkeit eine sehr complexe und nicht mit wenigen Worten zu bezeichnende. Hier nur so viel, daß zwischen den Wahrnehmungen durch die Sinne und den ethischen Vorstellungen eine tief innerliche Harmonie besteht, in deren weiterer Ausbildung und Verwerthung der empfindende Mensch auch einen Hauptquell seiner Fortbildung anerkennt. Das Anschauen einer großartigen Natur, das Anhören einer erhabenen Musik und andere veredelnde Sinneseindrücke rufen in uns, wenn auch nur in weiteren Umrissen zu bezeichnende, doch in ihrer Richtung unverkennbare ethische Vorstellungen wach, die uns den Zielpunkten des innerlichen Lebens wesentlich anzunähern und bei den unaufhörlichen Krankheitsursachen, welche die Menschenseele treffen, deren Gleichgewicht zu erhalten berufen sind.

Erscheinen hiernach die Sinne recht eigentlich als die Thore der Seele, durch welche dieser für die innewohnenden Kräfte Nahrung zugeht, so stellen sie nicht weniger die Pforte dar, durch welche unsere Wissenschaft zunächst in die Erscheinungen der Seele einzudringen bemüht sein muß. Hat man es vielfach versucht in anderer Weise vorzugehen, indem man sofort Annahmen über das Wesen der Seele aufstellte, so müssen wir bekennen, daß, bei dieser Führung der Gedanken durch metaphysische Hypothesen, so lange die Welt steht, unser Wissen um kein Haar breit gefördert worden ist. Wir constatiren nur im Ueberblick über solche Bestrebungen, wie der menschliche Verstand auf einem ihm unzugängigen Terrain sich stets im Kreise dreht, oder wie er durch den Wahn eingebildeter Größe in völlig irren Bahnen herumgetäuscht wird.

Zum Glück hat jetzt die Mehrzahl der Denker auf die fruchtbareren Wege eingelenkt, welche dem seiner Schranken bewußten, in ehrlicher Beobachtung und Analyse arbeitenden Menschenverstande vorgezeichnet sind. So wie die Wissenschaft von unserem Leibe die wesentlichsten Fortschritte gemacht, seit-

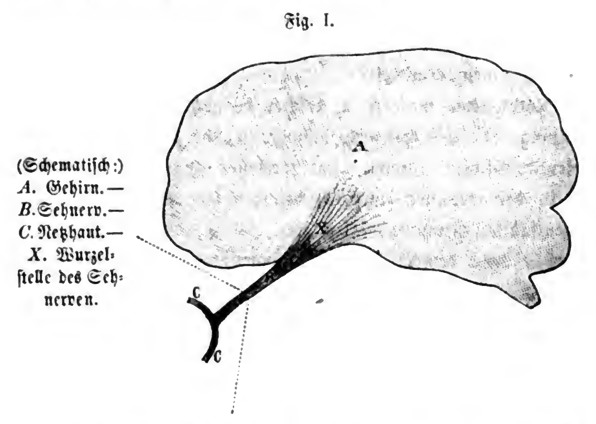
dem man die Grübeleien über Lebenskraft aufgegeben, und sich mit ungetheiltem und unbeirrtem Forschen den Gesetzen der organischen Erscheinungen zugewendet hat, so ersteht auch mehr und mehr eine lebensfähige Psychologie, seitdem man, unbekümmert um das Wesen der Seele, die psychischen Erscheinungen von dem elementaren Processe der Sinneswahrnehmung aufwärts durch die Welt der Vorstellungen und Begriffe hindurch verfolgt, und die hier sich bethätigenden Gesetze, nach bestem Können, ermittelt.

Nothwendig mußten bei solcher Wendung der Sache, die Vorgänge der Sinneswahrnehmung, welche früher die naturwissenschaftlichen Studien nicht specieller zugewandten Denker nur in den weitesten Umrissen beschäftigten, eine allgemeinere Bedeutsamkeit gewinnen. Auf diese Bedeutsamkeit fußend, wage ich es, Ihnen den Bau und die Functionen des Organs vorzuführen, welches durch die mächtige Zufuhr, die es unserer Seele liefert, einen hervorragenden Antheil an jener Rolle nimmt, die ich so eben der Sinnesthätigkeit zugesprochen habe. Könnte es mir hierbei gelingen, Ihr ohnedem lebendiges Interesse für dieses Organ noch um ein Weniges zu steigern oder gar für Einzelne von Ihnen das Glücksgefühl zu beleben, welches alle dankbaren Kinder der Schöpfung erfüllen muß, wenn ihnen morgens beim Erwachen das liebe Licht des Tages zu Theil wird, so wäre meine kurze Bemühung reichlich belohnt.

Denken Sie sich, im Hinblick auf Figur I, das in der Schädelhöhle lagernde Gehirn, welches das körperliche Organ des Bewußtseins ist, an einer Stelle seines zusammengesetzten Baues auslaufend in einen strangförmigen Fortsatz, diesen bis an die Oberfläche des Körpers verlängert und sich hier

wieder schirmförmig entfaltend; denken Sie sich ferner diesen ganzen Fortsatz einschließlich seiner Wurzelstelle mit einer specifischen Sinnesenergie begabt, kraft welcher er auf jeden Reiz, der ihn trifft, mit der Empfindung des Leuchtenden antwortet, — so haben Sie eine Fundamentalvorstellung von dem nervösen Theil des Sehorgans.

Fig. I.



Lassen Sie uns, ehe wir weiter gehen, mit diesen Theilen etwas vertrauter werden. Es sind dieselben in der Figur schematisch dargestellt: *A* bezeichnet das Gehirn, *B* den erwähnten Fortsatz, den sogenannten Sehnerven, welcher durch eine Oeffnung des Schädels bis in die Augenhöhle vordringt und sich hier zu der der Außenwelt zugewandten Fläche *C*, der sogenannten Netzhaut, entfaltet. *X* endlich ist die Wurzelstelle des Fortsatzes im Gehirn, deren Buchstabe auf die noch unbekannten Gränzen deutet.

Wenn wir soeben sagten, daß jeder Punct des gesammten Apparates bei eintretender Reizung die Empfindung des Leuchtenden vermittelt, so heißt dies so viel, daß dessen Erregung

sich nach dem Gehirn fortpflanzt, und in diesem, dem alleinigen Entstehungsort bewußter Eindrücke, jene Empfindung hervorruft. Es ist dieselbe auf das Organ des Bewußtseins einströmende Erregung, welche sich in den Tastnerven vorfindet, nur daß es sich um eine andere Qualität der Empfindung, nämlich um die eigenthümliche des Leuchtenden oder Gefärbten handelt. Auf die Form der Reizung kommt es zunächst für das Zustandekommen jener specifischen Empfindung des Leuchtenden nicht an. Drücken, Kneifen, Zerren, chemische und electrische Reizungen, die in einem Tastnerven Tastempfindung resp. Wärme- und Schmerzempfindung hervorrufen, bringen in unserem Apparat, kraft seiner specifischen Sinnesenergie, immer Lichtempfindung und zwar nur diese, ohne Schmerz- und Wärmeempfindung, hervor.

Sie werden fragen, wie man zu der bestimmten Kenntniß dieser Dinge gelangt sei, da doch der Apparat, um den es sich handelt, durch seine Oertlichkeit größtentheils einer direkten Ermittelung entzogen ist. Zunächst sind wir in der Lage mit der schirmförmigen Ausbreitung des Sehnerven, der sogenannten Netzhaut, Versuche anzustellen, da dieselbe, wie wir bald sehen werden, mit dem optischen Theil des Sehorganes, dem Auge, eng verbunden und hierbei für mechanische Reizungen aller Art zugängig ist. Solche Versuche werden Sie willkürlich oder unwillkürlich oft genug angestellt haben, indem Sie die Feuerkreise, Lichtstreifen und ähnliche Erscheinungen beobachteten, welche eintreten, wenn Sie Ihr Auge durch die Lider hindurch reiben oder drücken, oder sich vollends gegen dasselbe stoßen. Das Auge selbst als optischer Apparat ist hierbei ganz indifferent. Eben so wie ein Sehender die betreffenden Phänomene in tiefster Dunkelheit wahrnimmt; bemerkt sie auch ein Blinder an seinen Augen, so lange nur die darin befindliche Netzhaut noch mit ihrer specifischen Sinnesenergie begabt ist, kraft der

sie jede Reizung mit der Empfindung des Leuchtenden beantwortet. Ja es können nach Erblindung durch in den Augen fortbestehende Reize so quälende, (selbst das psychische Gleichgewicht gefährdende) Licht- und Feuererscheinungen unterhalten werden, daß wir derenwegen den Sehnerven hinter dem Auge durchschneiden. Es wird hierdurch die Leitung zwischen Netzhaut und Gehirn unterbrochen, und es hören jene Erscheinungen ganz in derselben Weise auf, in welcher eine Schmerzempfindung erlischt, wenn wir durch Zerstörung des betreffenden Tastnerven die Leitung zwischen dem Ort der Reizung und dem Gehirn unterbrechen.

Aber nicht bloß die Netzhaut, auch der Sehnerv ist, obwohl meist indirect, unseren Ermittelungen zugängig. So erklären sich gewisse Feuerstreifen, die bei rascher Bewegung des Auges eintreten, durch Zerrung des Nerven; chirurgische Operationen aus einer Zeit, wo man die Betäubungsmittel bei grausameren Kunstacten noch nicht anwandte, haben ebenfalls entschieden, daß die Berührung dieses Nervenstranges nur Licht-, nicht Schmerzempfindungen hervorruft.

Endlich läßt sich der Nachweis für die Wurzelstelle oder, wie man sagt, für das centrale Sehnervenende theils durch den anatomischen Verfolg der Sehnervenfasern in diesen Abschnitt hinein, theils durch die Analyse sämmtlicher in gesunden und kranken Zuständen beobachteten Erscheinungen führen. Wenn das Gehirn durch irgend ein Narcoticum gereizt wird, und wenn dessen Reizung sich nach jenem Abschnitt fortpflanzt; so entstehen Lichtempfindungen, welche bei gleichzeitiger Erregung von Vorstellungen in die Empfindungen leuchtender Objecte, in sogenannte Phantasmen, umgesetzt werden. Dasselbe ereignet sich, wenn das Blut, wie es während des Fiebers geschieht, zu warm wird, und nicht bloß bildlich, sondern thermometrisch das Gehirn erhitzt; oder, wenn die gelinden, aber fortdauernden in-

neren Erregungen, welche jener Gehirntheil durch das Schlagen der Pulse, durch das Circuliren der Säfte und den chemischen Umsatz der Materie erhält, nicht mehr in den Hintergrund gedrängt werden durch die mit dominirender Macht einströmenden Sinnesreize: in dieser Weise verhält es sich bei den Gesichtsvorstellungen während des Träumens oder selbst im halbwachen Zustande.

Dies Alles constituirt aber keine Beziehung der Empfindung zu den Objecten der Außenwelt, es constituirt keine Sinnesthätigkeit. Wir sind zwar ganz in unserem Rechte, wenn wir die luftigen Erscheinungen, die uns im Opiumrausche umschweben, oder die drollig aufschwellenden Phantasmen, welche uns Haschisch herbeizaubert, oder die compacten Figuren, mit welchen uns die Belladonna in Berührung bringt, die Traumgestalten und den durch Druck erregten Feuerkreis, — wenn wir dies Alles in leuchtender oder farbiger Form in unser Gesichtsfeld verpflanzen, da es aus Anreizung der specifischen Sinnesenergie hervorging, und da es für unser Gehirn zunächst gleichgültig ist, ob ihm die Eindrücke nach dem Vorgange des objectiven Sehens, wie wir ihn später erörtern werden, oder durch directe innere Einflüsse zugehen. Es wäre nur der Schluß unrichtig, daß diese Dinge, die sich unserem Vorstellungsvermögen darbieten, wirklich existiren, weil eben der Hebel dieses Schlusses, die objective Sinnesthätigkeit, fehlt. Man hat deshalb auch alle diese Vorgänge, welche aus direkter Reizung des nervösen Theils des Sehorgans ohne Vermittelung des Auges und des Lichtes hervorgehen, als subjectives Sehen dem durch Auge und Licht vermittelten, als dem objectiven Sehen gegenübergestellt.

So groß die Einflüsse dieses subjectiven Sehens auf die Erholung unseres Gehirns während des Schlafes sind, so mächtig sie sich gestalten für die Gemüthsstimmung der Blin-

den, so völlig bedeutungslos sind sie für unsere Beziehungen zu den Dingen der Außenwelt. Das gelbe Licht, welches beim Reiben der Netzhaut sich über das Sehfeld ergießt, kann man ebensowenig für die Erhellung der Objecte brauchen, als man die oft so willkommenen Traumgestalten in die Wirklichkeit überführen kann. Wenn also vor vielen Jahren ein Mann den Uebelthäter, welcher ihn in finsterer Nacht überfallen,*) beim Schein des Feuerkreises wollte erkannt haben, den ein auf's Auge erhaltener Steinschlag in sein Gesichtsfeld gerufen, und hierauf eine Beschuldigung gründete; so war dies ein unberechtigter Kläger, und wir müssen die Weisheit der Richter, welche die Aussage in Zweifel zogen, um so mehr preisen, als der damals hinzugezogene Sachverständige sich keineswegs gegen die Möglichkeit des Factums erklärte. — Noch weiter freilich mit der Benutzung der Feuerkreise, als jener Kläger, ging in seiner eminenten Geistesgegenwart der Freiherr von Münchhausen, der, wenn er Nachts von Bären überfallen ward, sich nicht bloß das zum Jagdmanöver nöthige Licht, sondern zugleich das Feuer für's Gewehr aus den Augen schlug und von dieser Praxis nur deshalb zurückkam, weil sie ihm schließlich Augenschmerzen verursachte. Allein die Stellung des genialen Barons gegenüber den Naturgesetzen war ja auch nach anderen Richtungen eine eximirte.

Nicht ganz übergehen dürfen wir hier die Frage, ob auch mit Hilfe eines anderen Apparates im Körper als des Sehnervenapparates Gesichtsempfindungen zu Stande kommen können. Wir haben diese Frage mit Nein zu beantworten, wenn sie so gemeint ist, daß bei Auslösung jener Empfindungen die Vermittlung des erwähnten Theils entbehrlich sei, aber mit Ja, wenn sie lediglich den Ausgangspunkt der Erregung im

*) Henke's Zeitschrift für Staatsarzneikunde, Bd. 26. 4. Quartal. pag. 266. Anno 1833.

Sinne hat. Da eben nur dieser Theil mit der specifischen Sinnesenergie begabt ist, so kann auch lediglich dessen Erregung Gesichtsvorstellungen wachrufen; aber es kann sehr wohl diese Erregung eine von anderen Theilen des Gehirns resp. von anderen Nerven ihm mitgetheilte sein. Es ist schon vorhin erwähnt, daß Anreizungen des Gehirns durch narkotische Substanzen sich erst durch Nachbarschaft auf das centrale Ende des Sehnerven fortpflanzen. Ebenso kann es sich ereignen, daß die Erregung von einem anderen Nerven, z. B. von einem Tastnerven oder vom Gehörsnerven ausgeht und, zu dem Gehirn gedrungen, dieses ausreichend erschüttert, um auch das Centrum des Sehnerven mit zu erregen. Es ist dies ein ähnlicher Vorgang wie derjenige, nach welchem Sie beim Anhören bestimmter widerwärtiger Töne von Empfindungen in Tastnerven, beispielsweise in den Zahnnerven, befallen werden, oder nach welchem, wenn Sie ins helle Licht sehen, ein Kitzel in der Nase entsteht, der Sie zum Niesen einladet. Es handelt sich mit einem Worte um sogenannte Mitempfindungen, welche sich durch Fortpflanzung der Reizung von einem Nerven zum andern erklären.

Die Disposition zu solchen Mitempfindungen steigt mit der allgemeinen Reizbarkeit des Nervensystems, während bei einem ruhigen und erholten Nervensysteme die Erregungen regelmäßiger in denjenigen Bahnen ablaufen, welche der ursprüngliche Reiz trifft; somit erweitert sich auch das Terrain jener indirect provocirten Gesichtsvorstellungen vorwaltend unter krankhaften Verhältnissen.

Nach dem zuvor Erörterten bedarf es des Zusatzes kaum, daß es sich auch bei diesen indirekten Gesichtsempfindungen, wie bei directer Erregung des Sehnervenapparates, allemal um subjectives Sehen ohne jedwede Beziehung zur Außenwelt handelt. Wir wollen es gern glauben, daß bei Somnambulensitzungen oder

ähnlichem Hocuspocus, durch welchen die Erregbarkeit nervös disponirter Individuen vollends gesteigert wird, auch subjective Gesichtsvorstellungen in einem ungewöhnlichem Maaße ausgelöst werden. Wenn aber aus deren Ergebnissen irgend eine Beziehung zu den umgebenden Objecten entnommen, und eine Uebertragung der specifischen Sinnesenergien auf andere Bahnen supponirt wird; wenn man unter anderen auf die Haut des Unterleibs die Fähigkeit übergehen läßt, objective Gesichtswahrnehmungen, wie sie zum Lesen nöthig sind, zu vermitteln: so befinden sich solche Versicherungen auf demselben Standpunkte physiologischer Verstöße, wie die Aussage des oben citirten Klägers und die Münchhausen'sche Jagdgeschichte.

Wodurch wird nun der Sehnervenapparat, den wir bis jetzt nur als Vermittler des subjectiven Sehens kennen gelernt, zu einer gangbaren Brücke zwischen unseren Vorstellungen und den Dingen der Außenwelt, zu einem Vermittler wirklicher Sinnesthätigkeit? Er wird es durch die gesetzmäßige Beziehung zu einem bestimmten, von den Objecten ausgehenden Reiz. Dieser Reiz, der sogenannte adäquate Sinnesreiz, ist das Licht.

Verweilen wir einige Augenblicke bei der allgemeinen Beziehung zwischen Licht und Sehorgan. Ohne das Wesen des Lichtes mit Sicherheit zu kennen, hält es die Physik für schwingende Bewegung eines durch das All verbreiteten elastischen Stoffes, des Lichtäthers. Die Erregung durch Licht stellt hiernach gewissermaßen das Anstoßen der Aetherschwingungen an die reizbare Nervensubstanz dar, und reiht sich als solche den mechanischen Erregungen, von welchen oben bei dem subjectiven Sehen die Rede war, in einer faßlichen Weise an.

Es wird Ihnen nun wunderbar und dem Gesagten fast

widersprechend erscheinen, daß gerade der Strang des Sehnerven, welcher auf mechanische Reizung sofort die Empfindung des Leuchtenden auslöst, gegen die Aetherschwingungen unempfindlich ist, und daß die Fähigkeit der Erregung durch diesen adäquaten Sinnesreiz nur der peripherischen Ausbreitung, der sogenannten Netzhaut, zukommt. Es steht dieses eigenthümliche Verhalten im Zusammenhang mit dem Vorkommen der jetzt fast an allen Nerven nachgewiesenen Endapparate. Die Nervenstränge selbst haben vorwaltend die Bestimmung leitender Elemente; ihre Erregung, wenn sie eintritt, liefert nothwendig Eindrücke, welche in den Qualitätenkreis der betreffenden Sinnesempfindungen fallen, also für unser Organ in den Kreis leuchtender Empfindungen; aber dieselben stehen in keiner näheren Beziehung zu dem adäquaten Sinnesreiz und können für diesen völlig unempfindlich sein.

Das Licht ist nach weiteren Resultaten der Physik dieselbe Bewegungsform des Aethers wie die Wärme, nur müssen die Schwingungen hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit sich zwischen gewissen Gränzen befinden, um unsere Netzhaut zu erregen. Die relativ größte Geschwindigkeit haben sie im violetten Theile des Sonnenspectrums, die relativ geringste im rothen; wird die Geschwindigkeit der Aetherschwingungen noch geringer, so wird das Licht unsichtbar, es resultiren nur noch dunkle Wärmestrahlen. Solche entströmen z. B. mäßig erhitzten Metallstücken, während es bei stärkerer Erhitzung, unter zunehmender Geschwindigkeit der Aetherschwingungen zum Glühen, d. h. zur Ausstrahlung rothen Lichtes kommt.

Sie ersehen hieraus, daß die Begriffsbestimmung des Lichtes wesentlich von der Organisation unserer Netzhaut abhängt. Wäre diese eine andere, so daß sie auch für Aetherschwingungen geringerer Geschwindigkeit, als im rothen Ende des Spectrums, Reizbarkeit besäße, so würden wir das Licht nennen, was wir

jetzt als dunkle Wärme bezeichnen; umgekehrt würde sich bei beschränkterer Reizbarkeit der Netzhaut auch der Begriff des Lichtes einengen. Ob ersteres in den Reihen der Thierklassen vorkommt, hat die Wissenschaft noch nicht entschieden; letzteres aber beobachten wir wirklich in gewissen Fällen angeborener Farbenblindheit, in welchen die Erregungsfähigkeit der Netzhaut z. B. für das äußerste Roth des Spectrums unentwickelt ist.

Indem nun das Licht, welches fortwährend den Objecten entströmt, je nach seiner Farbe und Stärke unsere Netzhaut verschieden erregt, wird auch der Eindruck des Leuchtenden uns in verschiedener Weise bewußt, und es liegt hierin die erste Beziehung zur Außenwelt. Wir würden auf Grund derselben schließen können, ob wir uns einer hell oder matt beleuchteten Außenwelt gegenüber befinden, und welche Farbe in dem auf uns einströmenden Lichte dominirt.

Aber nur die Sehorgane der niedrigsten Thiere erschöpfen sich in einer derartigen allgemeinen und inhaltleeren Beziehung zu dem umgebenden Licht- und Farbenmeere. Das Sehorgan, mit welchem wir uns hier beschäftigen, hat die weit höhere Bestimmung, die Wahrnehmung der gesonderten Objecte mit ihren eigenthümlichen Formen und Farben zu erwecken. Wäre die Netzhaut, wie in der schematischen Figur I, eine der Außenwelt offen zugekehrte Fläche, dann allerdings könnte ein solcher Zweck unmöglich erreicht werden; jede Stelle derselben erhielte Licht von allen Puncten der Außenwelt, und wie die Erregung jeder einzelnen Stelle keine nähere Beziehung zu irgend einem bestimmten Punkte der Außenwelt anerkennte, so würde auch die gesammte Erregung der Netzhaut und der davon abhängige Sinneseindruck eine solche Beziehung verleugnen. Es muß vielmehr zur Erfüllung jener Bedingung jeder einzelne Netzhautpunkt in eine gesonderte Beziehung treten zu dem von

einem Punkte der Außenwelt ausgehenden Lichte; erst dann kann die Erregung jedes einzelnen Netzhautpunktes einen eigenthümlichen, dem zugehörigen Objectpunkt entsprechenden und dessen Gegenwart verrathenden Eindruck hervorrufen; es muß sich, was eben nur der optische Ausdruck für eine solche Beziehung ist, auf der Netzhaut ein Bild der Außenwelt entwerfen.

So ist es nun in der That. Wie die Netzhaut einerseits sich als Endapparat des Sehnerven verhält, so verhält sie sich andererseits als ein optischen Zwecken dienender Schirm, auf welchem ein perspectivisches Bild der Außenwelt entworfen wird. Vergleichen Sie dieselbe dem matten Glase, auf welches das Bild in der Camera obscura fällt, oder der bearbeiteten Platte im Photographenkasten, so haben Sie eine richtige Vorstellung von der Sache. Wie im Photographenkasten das Bild auf die empfindliche Platte fällt, und durch chemische Veränderungen, die das Licht hier hervorruft, sich auf derselben eingräbt; so fällt es im Auge auf die Licht empfindende Netzhautplatte, deren Erregung sich in adäquater Form dem Gehirne mittheilt.

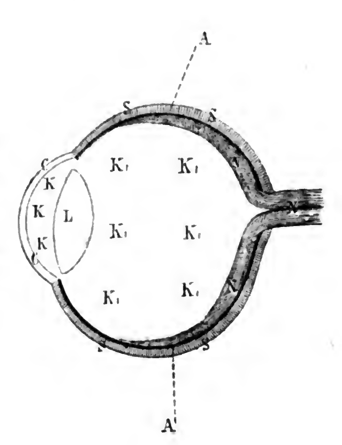
Von nun an haben wir also das sogenannte Netzhautbild als das eigentliche Object der Sinnesthätigkeit zu betrachten. Den Eindruck dieses Netzhautbildes kraft der specifischen Sinnesenergie als einen leuchtenden und gefärbten empfinden, dessen Quelle und dessen gesammten Inhalt deuten, das heißt sehen.

Aber wie entsteht das Bild auf unserer Netzhaut? Es entsteht durch einen optischen Apparat, welcher dicht vor der Netzhaut liegt und, mit derselben verbunden, nichts anderes als das Auge bildet.

Wenn wir die Netzhaut mit der auffangenden Glasplatte

einer Camera obscura verglichen, so hat in der That das Auge selbst eine unleugbare Aehnlichkeit mit diesem Ihnen allen bekannten optischen Werkzeuge, eine Aehnlichkeit, welche schon Porta, der Erfinder der Camera obscura, hervorgehoben hat, obwohl er das Bild irriger Weise nicht auf der Netzhaut, sondern weit vor derselben (nämlich auf der Krystalllinse, — ein Irrthum, der erst durch Keppler berichtigt wurde, —) entstehen ließ. Eine Camera obscura ist im Wesentlichen ein nach innen geschwärzter Kasten, welcher sein mit einer Sammellinse versehenes Fenster der abzubildenden Außenwelt zuwendet und das von dieser Linse erzeugte Bild auf der gegenüberliegenden Wand auffängt. Um das Bild dem Beschauer zu zeigen, ist die betreffende Wand des Kastens durch eine matte Glasplatte ersetzt. Stellen Sie sich nun, im Hinblick auf Figur II., zunächst den Kasten rund vor,

Fig. II.



(schematisch): *S.* Sehnenhaut. — *C.* Hornhaut. — *L.* Krystalllinse. — *K.* Wässerige Feuchtigkeit. — *K,.* Glaskörper. — *A.* Aderhaut. — *N.* Sehnerv und Netzhaut.

statt der hölzernen Wand eine organische Haut, auch das Fenster statt mit einer Glaslinse mit einer durchsichtigen organischen Haut geschlossen, welche schon an sich die Rolle einer Sammellinse übernimmt, aber sich noch durch eine, oder, wenn Sie wollen, durch mehrere dahinter liegende Linsen verstärkt; denken Sie sich statt der Schwärzung der inneren Kastenfläche die organische Umhüllungshaut nach innen mit einer zweiten dunkel gefärbten Haut belegt, endlich im Grunde als Bildempfangende Tafel, wie schon erörtert, die Netzhaut: so haben Sie einen allerdings noch unvollständigen, aber doch im Grundriß gezeichneten Ueberblick über die integrirenden Theile des Auges.

Zur Verständigung sind diese Theile in der schematischen Figur mit Buchstaben versehen.

Die an verschiedenen Abschnitten mit *S* bezeichnete Haut ist die Umhüllungshaut, die sogenannte Sehnenhaut.

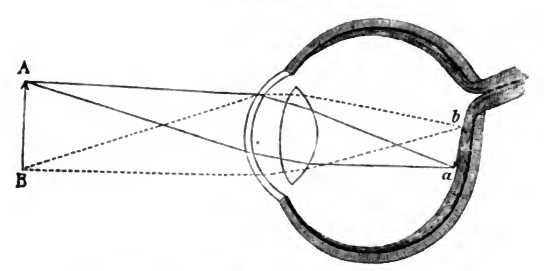
Vorn ist in derselben die durchsichtige Haut *H*, die sogenannte Hornhaut eingefügt, welche das Fenster der Kammer darstellt, zugleich wesentlich zum Sammeln des einfallenden Lichtes beiträgt; nach hinten tritt der Ihnen bereits bekannte Sehnerv *N* ein, welcher sich innerhalb der Sehnenhaut zu der ebenfalls mit *N* bezeichneten Netzhaut entfaltet.

Der Zweck der Lichtbrechung, von der Hornhaut angebahnt, wird wesentlich gefördert durch die, in einigem Abstande dahinter liegende Krystalllinse *L* und vervollständigt durch die die Räume *K* und *K*, ausfüllenden Flüssigkeiten.

Endlich findet sich, die innere Fläche der Sehnenhaut belegend, die die Schwärzung der Kammer vertretende, farbstoffreiche Aderhaut, mit *A* bezeichnet, vor.

Ist nun dieses Auge mit seiner Hornhaut, wie eine Camera obscura mit ihrem Fenster den Objecten der Außenwelt zugewandt, so wird sich die Sache im Wesentlichen so verhalten, wie es in der

Fig. III.



(schematisch): *AB* Gesichtsobject, *ab* Netzhautbild.

schematischen Figur III angedeutet ist: Es wird das von einem Punkte *A* der Außenwelt ausgehende Licht einen Strahlenkegel auf die Hornhaut werfen; dieser wird bereits hier und dann wieder an den Flächen der Krystalllinse zusammengebrochen, und zwar so, daß sich alle dessen Strahlen wieder in dem einen Netzhautpunkte *a* vereinigen. *a* wird der Bildpunkt des Objectpunktes *A* sein; ebenso wird *b* der Bildpunkt des Objectpunktes *B* sein, und alle zwischen *A* und *B* befindlichen Objectpunkte werden ihre zugehörigen Bildpunkte auf der Netzhaut zwischen *a* und *b* finden. Es wird sich mit einem Worte ein umgekehrtes perspectivisches Bild sämmtlicher den Raum *AB* der Außenwelt einnehmenden Gegenstände auf der Netzhaut entwerfen.

Lassen Sie uns jetzt die kurz erwähnten Gebilde des Auges sammt ihrer Bestimmung etwas näher betrachten, und hierbei gewissermaßen die Richtung einer Zergliederung, welche von außen nach innen vorschreitet, verfolgen.

Ueber die Sehnenhaut, eine derbe, nur wenig elastische Umhüllung, brauche ich nichts hinzuzufügen. Dagegen verdient die Hornhaut als das durchsichtige Fenster Ihre volle Auf-

merksamkeit. Eine ausnehmend schwierige Aufgabe ist hier der Natur gestellt. Erinnern Sie sich daran, wie leicht alles Organische, was wir der Luft aussetzen, dem Vertrocknungsproceß unterliegt, und unter dessen Einfluß auch die optische Gleichartigkeit, von welcher die Durchsichtigkeit abhängt, einbüßt, so müssen Sie bereits die Widerstandsfähigkeit der Hornhaut anerkennen. Bedenken Sie aber weiter, daß die Hornhaut nicht etwa eine gleichartige Structur besitzt, sondern im Dienste des Stoffwechsels aus fünf verschiedenen, zum Theil zusammengesetzten Schichten besteht, daß sie in ihrem Inneren zahlreiche zellige Körper, Kanäle für den Fluß der Säfte und Netze von Nerven birgt, so werden Sie der optischen Vorzüglichkeit dieses unentbehrlichsten aller Fenster ihre Bewunderung nicht versagen.

Die schwierige Aufgabe konnte indessen nicht ohne Aufwand von Hülfsmitteln erreicht werden. So liegen vor dem Auge zwei bewegliche Deckel, die Augenlider, deren innere Flächen ein aus salzigen, schleimigen und fettigen Lösungen zusammengesetztes Befeuchtungsmaterial*) in Bereitschaft halten. Haben wir unser Auge eine Weile gebraucht, so entsteht auf der der Luft ausgesetzten Hornhaut die Empfindung von Trockenheit, und das sich erneuernde Befeuchtungsbedürfniß fordert uns auf, die Lider zu schließen, wie man sagt, zu blinzeln. Dies ist wenigstens die Hauptbestimmung des Lidschlages, der außerdem noch zum periodischen Ausschluß der Gesichtsreize, wie wir ihn beim Schlafe brauchen, zur Abwehr blendenden Lichtes und zum Schutz gegen Unreinlichkeiten der Luft seine Hülfe entfaltet. Auch von innen her wird die Hornhaut fortwährend durch die dahinter liegenden Flüssigkeiten durchtränkt; Sie werden es aber begreifen, daß bei allen Hilfs-

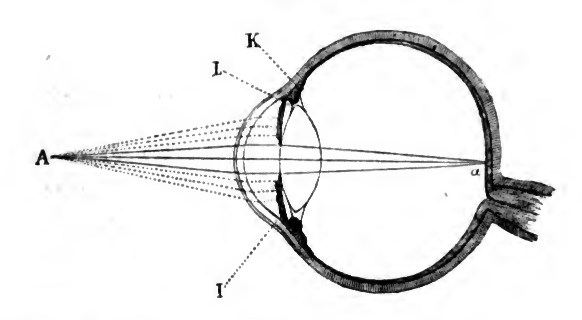
*) Dieses Material führt den Namen der gemischten Thränen im Gegensatz zu den einfachen, salzigen Thränen, welche nach mechanischer Reizung oder während des Weinens dem Auge entströmen.

quellen, welche die Natur hier benutzt, die Erhaltung völliger Durchsichtigkeit leicht scheitert, und so bilden denn in der That Trübungen des Hornhautfensters eine der verbreitetsten Ursachen von Gesichtsstörungen. Unbedeutende Reizungen, welche sonst an der Oberfläche des Körpers spurlos oder mit so geringen Narben zurückgehen, daß wir ihrer kaum achten, können leider die Bestimmung der Hornhaut in ihrem Fundamente erschüttern.

Gehen wir nun, unseren Weg von außen nach innen verfolgend, auf die zweite Haut, die sogenannte Aderhaut, über; so hatten wir dieselbe zuvor mit dem schwarzen Belage der Camera obscura verglichen. Unleugbar ist das Auffangen zerstreuten Lichtes eine wesentliche Bestimmung, deren Wichtigkeit wir leicht einsehen, angesichts der Blendungserscheinungen, welche dem krankhaften Schwunde des Aderhautfarbstoffes folgen, oder welche den angeborenen Mangel desselben bei den Kakerlaken begleiten. Aber die Aderhaut hat, ganz abgesehen davon, daß sie durch massenhafte Blutadern — hiervon der Name, — Stoff für die Ernährung des Auges und für die Abscheidung der Augenflüssigkeiten herbeifördert, noch eine zweite optische Bestimmung, deren Betrachtung uns in Regionen des Auges führt, welche Ihnen wohl bekannt sind, und an welche man größtentheils die characteristischen Merkmale des Auges knüpft.

Wie Sie aus dem in Figur IV. repräsentirten naturgetreuen Durchschnitt des Auges ersehen, dehnt sich die Aderhaut, nachdem sie die Sehnenhaut bis zur Hornhautgrenze treu begleitet hat, noch weiter nach vorn aus, doch führt sie von hier ab einen anderen Namen, den der Regenbogenhaut oder Iris. Da diese ebenfalls farbstoffreiche Fortsetzung hinter der durchsichtigen Hornhaut liegt, so wird sie auch mit allen Einzelnheiten bemerkt, und wegen der strahligen Anordnung ihrer Fasern von den Laien häufig als Augenstern bezeichnet.

Fig. IV.



Naturgetreuer Durchschnitt des Auges, (lineare Vergrößerung 1²/₃). — Dieselben Theile wie in Fig. II., außerdem: *I.* Iris. — *K.* Accommodations-(Ciliar-) Muskel. — *L.* Aufhängeband der Linse (Zonula). —

In der Mitte ist die Iris von einer Oeffnung, dem Sehloche oder der Pupille, unterbrochen, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen schwarz erscheint.

Durch die Gegenwart der Iris wird zunächst die für den Lichteinfall bestimmte Fläche des Auges wesentlich verkleinert, indem nicht mehr der ganze Strahlenkegel, der auf die Hornhaut fällt, wie in Figur III. supponirt, sondern nur, wie in Figur IV. angedeutet, derjenige Abschnitt desselben, welcher in das Sehloch eingeht, zur Netzhaut gelangen kann. Diese Beschränkung ist, obgleich an Lichtmasse dadurch verloren geht, eine sehr heilsame, die Schärfe des Netzhautbildes fördernde, da die Brechung in den mittleren Bezirken aller Linsensysteme weit gleichmäßiger vor sich geht, als gegen die Randtheile hin.

Noch wichtiger aber ist die Regulirung des Lichteinfalls, welche die Iris ausübt. Ein in ihr liegender Muskelapparat sorgt dafür, daß bei starkem Licht das Sehloch kleiner, bei mattem Licht aber größer wird. Die Iris spielt also die

Rolle eines sogenannten beweglichen Diaphragmas, wie wir es bei optischen Instrumenten, um gut zu sehen, zur Abdämpfung des Lichtes brauchen. — Sie werden sich alle von diesem Spiele der Pupille je nach der Beleuchtung überzeugt haben. Ebenso ist es Ihnen bekannt, daß die Iris durch ihr wechselndes Colorit vom lichten Blau bis ins dunkelste Braun dasjenige begründet, was man schlechthin die Farbe des Auges nennt. Weniger bekannt ist es Ihnen vielleicht, daß der eigenthümliche Farbstoff, welcher die dunkleren Farben der Iris bedingt, sich erst während des Lebens entwickelt, und daß wir deshalb Alle, wie übrigens schon Aristoteles*) wußte, unsere irdische Laufbahn mit blauen Augen beginnen.

Die Krystalllinse, welche in ihrer Stellung durch eine sehr feine Membran, wie sie auf Figur IV. abgebildet ist, fixirt wird, spielt bei der Krümmung ihrer Flächen und dem starken Brechungsvermögen ihrer Substanz eine hervorragende Rolle für die Zusammenführung des Lichtes zum Netzhautbilde. Sie hat aber noch eine andere überaus wichtige Bestimmung, auf welche wir genauer eingehen müssen.

Die Anforderungen an ein auf Linsenwirkung beruhendes optisches Werkzeug sind verschieden, je nachdem dieses Bilder von nahen oder entfernten Objecten entwerfen soll; das von nahen Objecten stammende, mit seinen Strahlen stark auseinanderlaufende Licht wird erst weiter hinter einer Linse zum Bilde vereinigt, als das von entfernten Objecten, mit fast parallelen Strahlen auffallende. So müssen Sie, um auf die Camera obscura zurückzukommen, das Einsatzrohr mit der Linse ausziehen, d. h. die letztere von der auffangenden Platte entfernen, wenn nahe Objecte auf dieser abgebildet werden sollen, das Einsatzrohr dagegen einschieben, wenn es sich um entfernte Objecte handelt.

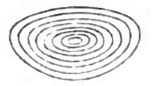
*) De generatione animalium lib. V. Cap. I. pag. 407. lin. 49 et 50. Edit. Basil. ann. 1539.

Derselbe Effect könnte bei gleichbleibender Entfernung durch die Substitution verschieden starker Linsen erreicht werden. Das menschliche Auge soll nun die Bedingung erfüllen, sowohl von sehr nahen, auf wenige Zoll abstehenden, als auch von unendlich fernen Objecten scharfe Bilder auf der Netzhaut zu entwerfen; da eben dieses Auge durchaus den Linsengesetzen unterliegt, so mußte hierzu entweder der Abstand der Krystalllinse von der Netzhaut sich verändern, oder es mußte die Linse selbst durch Formveränderung bald eine stärkere, bald eine schwächere Brechkraft ausüben.

Nach beiden Richtungen hin hat die Wissenschaft lange, mit Aufwand vielen Scharfsinnes gesucht, um die merkwürdige Accommodationskraft, wie man es nennt, des Auges für nahe und entfernte Objecte zu erklären; endgültig hat sie entschieden, daß diese Kraft auf einer wechselnden Krümmung der Linse beruht*).

Hierzu war offenbar eine große Elasticität namentlich der äußeren Linsenlagen erforderlich, und finden wir diesem Erforderniß durch einen bewundernswerthen geschichteten Bau — ich verweise auf Figur V. — genügt, demzufolge die Dich-

Fig. V.



Krystalllinse mit ihrer Schichtung (lineare Vergrößerung fast 3.)

tigkeit an der Peripherie der Linse ihr Minimum hat, während

*) Der betreffende Vorgang ist jetzt bis in die feineren Details bekannt: die Linsenflächen werfen äußerst zarte Spiegelbilder zurück, welche sich mit geeigneten Hilfsmitteln am lebenden Auge messen lassen, und aus deren Größe man, wie bei Convex- und Concavspiegeln die Flächenkrümmung berechnen kann. Als Vermittler der Formveränderung agirt wiederum ein eigener der Aderhaut eingebetteter Muskel (K in Fig. IV.), welcher die Anheftung der Linse bald spannt, bald erschlafft.

die summarische Brechkraft derselben dabei stärker bleibt, als wenn sie ganz aus der am stärksten brechenden Substanz, die ihren Kern bildet, zusammengesetzt wäre.

Weil die fragliche Accommodationskraft auf diesen Qualitäten der Krystalllinse beruht, so muß dieselbe auch bei der das vorrückende Alter begleitenden Einbuße an Elasticität der Linse abnehmen. Das Auge eines Sechzigers, welches in der Entfernung scharf sieht, versagt seine Dienste auf 5 Zoll Abstand, und wenn es unerlaubter Weise in 5 Zoll Abstand scharf sieht, so wird dies allemal durch den Uebelstand aufgewogen, daß es in der Entfernung höchst undeutlich erkennt. Es unterliegt sogar die allmälige Erhärtung des Linsensystems, an welche sich die Verringerung des Accommodationsspielraums knüpft, so geringen individuellen Schwankungen, daß man durch genaue Bestimmungen jenes Spielraums*) zu dem mitunter indiscreten Schlusse über das Lebensalter gelangt.

Läßt die Linsenelasticität nicht mehr einen ausreichenden Spielraum der Brechkraft zu, so müssen wir entweder den Abstand der Objecte hiernach ändern, wie es ein Fernsichtiger durch Abhalten des Buches thut, oder wir müssen das Auge, je nach der Entfernung, mit wechselnden Hilfslinsen, sogenannten Brillen verbinden, welche das jetzt in der natürlichen Linse erloschene Formveränderungsvermögen ersetzen. Vollends hört die Accommodationskraft bis auf die letzten Spuren auf, wenn die Krystalllinse durch Verletzungen verloren gegangen, oder wenn wir dieselbe, weil sie durch Trübung entartet ist, aus dem Auge entfernen. So geschieht es bei der Beseitigung

*) Die Verringerung des Spielraums beginnt nicht erst in der zweiten Lebensperiode, sondern, wie es Donders in klassischen Arbeiten über diesen Gegenstand näher erwiesen hat, in gesetzmäßiger Weise von der Kindheitsperiode ab.

des grauen Staars, welcher lediglich eine Verdunkelung der Krystalllinse darstellt.

Haben wir hiermit von den Vorzügen der Krystalllinse gesprochen, so müssen wir, um nicht blinde Lobredner der Natur zu sein, doch auch erwähnen, daß dieselbe nicht ganz frei von optischen Unregelmäßigkeiten ist, welche in der verschiedensten Form und namentlich dann, wenn das Auge nicht völlig für die Distanz des Sehens accommodirt ist, zur Erscheinung kommen. Diejenigen von Ihnen, welche wegen Kurzsichtigkeit beim Anschauen einer entfernten Laterne auf der Straße statt des umschriebenen Bildes einen unregelmäßigen Lichtkreis wahrnehmen, werden zugleich innerhalb dieses Kreises eine Anzahl eigenthümlicher Strahlen und Flecken beobachten, welche nichts anders als Unregelmäßigkeiten der Linse, d. h. die Rückwirkung dieser Unregelmäßigkeiten auf das Netzhautbild darstellen. Auch ein normalsichtiges Auge macht eine analoge Beobachtung, wenn es sich auf einen recht feinen Lichtpunkt, z. B. auf einen Stern richtet. An den kleinen Strahlen, die ihn umgeben, und denen er seinen Namen verdankt, ist der Stern selbst, wie auch die Atmosphäre, unschuldig. Es sind die Strahlen der eignen Krystalllinse, die wir nach dem Himmel versetzen. So wenig sind wir uns von vorn herein dessen bewußt, was im tiefen Schooße unserer Sinneswerkzeuge, und was in den unermeßlichen Entfernungen des Weltalls vor sich geht.

Der Raum zwischen Linse und Hornhaut, sowie zwischen Linse und Netzhaut ist von flüssigen Medien ausgefüllt; der erstere von einer wasserdünnen Masse, dem sogenannten Kammerwasser; der letztere, welcher den bei weitem größten Abschnitt des Auges ausmacht, von einer gallertartigen Substanz, dem sogenannten Glaskörper. Auch diese Medien tragen zur Zusammenführung der Lichtstrahlen wesentlich bei, da sie, zwischen gewölbten Wandungen liegend, Linsenwirkung ausüben.

Der Glaskörper ist übrigens optisch nicht vollkommen rein; kleine perlschnurförmige oder geschlängelte Figuren, welche Sie wohl größtentheils in Ihrem Gesichtsfelde haben auf- und abschweben sehen, und welche so manchen Hypochonder auf seinen Badereisen verfolgen, gehen aus den Schatten, welche zarte Trübungen des Glaskörpers auf die Netzhaut werfen, hervor. Sie sind so licht, daß sie entweder nur bei bestimmten Beleuchtungseffecten oder bei besonderer Anspannung der Aufmerksamkeit wahrgenommen werden. Man kann aber durch einfache Versuche einen Jeden mit diesen Gästen seines Gesichtsfeldes, den sogenannten mouches volantes, bekannt machen; nur muß man gewärtig sein, daß die früher übersehenen, einmal mit Aufmerksamkeit begrüßt, ihren Platz nicht wieder räumen.

Auch um den Spielraum zu erhalten für die erörterten Formveränderungen der Linsengestalt beim Accommodationsact war die Umlagerung der Linse mit flüssigen oder nachgiebigen Medien erforderlich. Daß ferner das Kammerwasser bei der Durchtränkung der Hornhaut mitwirkt, ist bereits oben erwähnt; besonders aber müssen wir in dem voluminösen Glaskörper, den Regulator für die Form und Spannung des Auges erkennen. Einen solchen erheischt dringend die Regelmäßigkeit der Brechungsvorgänge, die gleichmäßige Anspannung der Netzhaut als bildempfangender Fläche und auch die Functionirung des Sehnerven. So ist es mir vor Jahren vergönnt gewesen, darzuthun, daß eine umfassende Reihe von Krankheitszuständen, resp. Erblindungen, deren Ursachen man successive in den verschiedensten Theilen des Auges gesucht hatte, lediglich von einer zu hohen, durch den Glaskörper ausgeübten Spannung entspringt, — ein Nachweis, der um so erfreulicher war, als sich auch eine geeignete Abhülfe dieser Zustände daran knüpfte.

Lassen Sie uns die Lage und die Dimensionen sämmtlicher Theile noch einmal an einem vergrößerten, schematischen Auge einprägen*), was auch für einige Zusätze Gelegenheit bieten wird. Ich fasse dasselbe gegenwärtig am Strange des Sehnerven, welcher, wie Sie sehen, nicht genau der Hornhautmitte gegenüber in die Sehnenhaut eintritt. Diese Stelle, sowie die größere hintere Hälfte des Auges, ist in der Augenhöhle eingebettet und entzieht sich der Beschauung von Außen her; dagegen bemerkt man zwischen den Lidern den vorderen Abschnitt der Sehnenhaut als das Weiße des Auges, ferner die durchsichtige Hornhaut und durch diese hindurch die gefärbte Regenbogenhaut, in der Mitte mit der Pupille.

Das schwarze Aussehen dieser letzteren bezog man früher lediglich darauf, daß der dunkele Belag, den die Aderhaut für das Innere des Auges bildet, die Rückkehr des Lichtes aus demselben hindere. Eingehendere Betrachtungen haben indessen erwiesen, daß die Schwärze der Pupille nur theilweise von diesem Umstande, zum größeren Theile aber von den Lichtbrechungsvorgängen selbst abhängt. Helmholtz' Forschergeiste ist es gelungen, jenes Dunkel von der menschlichen Pupille zu scheuchen, und durch eine einfache Vorrichtung, den sogenannten Augenspiegel, das Licht, welches aus den tiefen Theilen des Auges zurückgeworfen wird, ausreichend zu benutzen, um hiermit das ganze innere Auge und das auf der Netzhaut entworfene Bild selbst sichtbar zu machen. Sie begreifen, daß diese Erfindung nicht blos für augenärztliche Zwecke, sondern für die ganze medicinische Forschung von dem größten Einfluß werden mußte, da sie den Einblick auf den

*) Das Modell, an welchem hierbei (bis S. 35) demonstrirt wurde, mißt circa 10'' im Durchmesser, die Häute des Auges sind von Blech, naturgemäß gefärbt, lassen sich leicht zurückschlagen, Hornhaut, Linse und Glaskörper sind von Glas.

Sehnerven, einen directen Ausläufer des Gehirns, und auf andere Gebilde gestattete, die sich früher sammt ihren Analogis im Körper der Untersuchung entzogen hatten.

Die Dimensionen des Augapfels bei gut sehenden Individuen sind gleichmäßiger, als Sie es vielleicht denken. Die scheinbaren Größenunterschiede liegen fast ausschließlich in der Bildung der Lidspalte. Ist diese weit geschlitzt, so gestattet sie die Uebersicht über einen größeren Theil des Augapfels, und wir halten, weil wir mehr vom Auge sehen, dieses für größer. In gleicher Weise wird unser Urtheil durch das verschiedene Hervorstehen des Auges aus seiner Höhle getäuscht. Ein sogenanntes Glotzauge imponirt allemal für größer, obwohl es meist nur hervorgedrängt ist, dagegen halten wir die im hohem Alter oder bei erschöpfenden Krankheiten eingesunkenen Augen in der Regel für kleiner.

Ist das Auge wirklich größer, so wird auch der Abstand der Netzhaut von der Hornhaut und der Krystalllinse ein größerer sein, und es wird, wenn die Lichtbrechungseffecte dieser letzteren dieselben blieben, das Bild nicht mehr auf der Netzhaut, sondern vor derselben entworfen werden. So ist es wirklich bei der sehr verbreiteten Krankheit, die man Kurzsichtigkeit nennt. Hier ist namentlich die Hauptaxe der Augen zu lang. Es giebt andere, sogenannte übersichtige Augen, deren Sehaxe zu kurz ist, und bei denen das Bild deshalb hinter die Netzhaut fällt. Um die Bedingungen des scharfen Sehens in dem einen und anderen Falle wieder herbeizuführen, müssen die Brechungseffecte bei Kurzsichtigen durch Zerstreuungsgläser verringert, bei Uebersichtigen aber durch Sammelgläser vermehrt werden. — Diese Zustände haben an sich mit einem Mangel des Accommodationsvermögens, wie er früher (S. 30) erörtert ward, nichts zu thun. Corrigiren Sie den fehlerhaften Bau des kurzsichtigen Auges durch ein Zerstreuungsglas, und den

eines Uebersichtigen durch ein Sammelglas, so kann mit dessen Hilfe, da die Beweglichkeit der Krystallinse erhalten, für nahe und für ferne Objecte accommodirt werden: was ein seines Accommodationsvermögens beraubter Greis oder ein Staaroperirter weder mit dem bloßen Auge, noch mit irgend einem constanten Glase zu thun vermag.

Wir wollen nun die Zerlegung des Modells in demselben Sinne vornehmen, in welchem sich unsere früheren Betrachtungen folgten. Klappen wir zuerst die Hornhaut mit dem vorderen Abschnitte der Sehnenhaut zurück: der Abschluß des Auges nach vorn wird nun durch die Pupille unterbrochen, im übrigen von der Regenbogenhaut und dem vorderen Abschnitt der Aderhaut gebildet. Der Raum vor der Regenbogenhaut, der jetzt fehlt, war mit Kammerwasser ausgefüllt, welches Sie sich als abgeflossen denken müssen. Entfernen wir nun auch die hintere Hälfte der Sehnervenhaut: so wird das ganze Auge durch den Zug der Aderhaut resp. Iris geschlossen, welcher nur vorn durch die Pupille, hinten durch den eintretenden Sehnerven unterbrochen ist. Schlagen wir jetzt in derselben Weise, wie es so eben für die Sehnenhaut geschehen, den vorderen Abschnitt der Aderhaut sammt der Iris zurück, an welcher Sie sich von der wirklichen Natur der Pupille als einer freien Oeffnung überzeugen können: so stoßen wir auf die hart dahinter liegende Linse. Nehmen wir diese hinweg, und dann den hier fest dargestellten, in Natur gallertartigen, großen Glaskörper, und entfernen wir schließlich den hinteren Abschnitt der Aderhaut: so bleibt als Rest der Ihnen bekannte, des Auges wieder entledigte Sehnervenapparat, d. h. der Sehnerv mit der Netzhaut zurück. Wir wären gewissermaßen wieder an den Ausgangspunkt unserer Betrachtungen gelangt, nur ist die Netzhaut jetzt als Trägerin des durch die brechenden Medien entworfenen Bildes vorzustellen.

Einiger fundamentaler Vorgänge des Sehactes sei Angesichts dieser Theile*) noch Erwähnung gethan. Zunächst ist hervorzuheben, daß das Netzhautbild eine vollkommene Schärfe nur an einer bestimmten Stelle erreicht, welche etwas nach außen vom Sehnerven, der Hornhautmitte gerade gegenüber liegt. Hier vereinigt sich das längs der Hauptaxe des Auges einfallende Licht, für welches die Brechungsverhältnisse in jeder Beziehung die genauesten sind. Die betreffende Netzhautstelle kennzeichnet sich durch eine kleine Grube. Sie ist übrigens auch mit einer eignen Structur begabt, und haben wir mannigfache Gründe anzunehmen, daß sie nicht bloß wegen der größeren optischen Schärfe des Bildes, sondern auch wegen einer ihr zugehörigen höheren Sinnesenergie die präcisesten Wahrnehmungen liefert. Keine andere Stelle ist es auch, die wir zur Wahrnehmung der Details verwenden. Wollen wir einen Gegenstand genau erkennen, so bringen wir unser Auge in eine derartige Lage zu demselben oder den Gegenstand in eine derartige Lage zu unserem Auge, daß sich das Bild gerade auf der Netzhautgrube, oder auf der Stelle des directen Sehens, wie man sich ausdrückt, abbildet. Man nennt die Einrichtung dieser Stelle für das Object, fixiren.

Die Bilder, die sich nicht an der Stelle des direkten Sehens entwerfen, sind, da das zugehörige Licht mehr oder weniger schief auf die brechenden Medien auffällt, nicht scharf; dies und die von der Netzhautgrube ab nach den seitlichen Theilen abnehmende Sinnesenergie, erklärt es, daß die Objecte, je mehr sie sich von dem Fixirpuncte entfernen, in desto unbestimmteren Umrissen erscheinen. Das indirecte oder excentrische Sehen, wie man es nennt, giebt uns nur Kenntniß von der

*) Der bezügliche Theil des Modells, an welchem die Netzhautgrube, die Eintrittsstelle des Sehnerven u. s. w. verzeichnet sind, bleibt zur Demonstration vorgelegt.

Gegenwart der Objecte und ungefähre Kenntniß von deren Form; aber wir können selbst gröbere Buchstaben, wenn deren Bilder nur eine Linie weit von der Netzhautgrube fallen, nicht mehr mit Sicherheit erkennen. Beim Lesen muß fortwährend der Blick bis ans Ende der Zeile vorrücken, wodurch successive die einzelnen Lettern sich auf der Netzhautgrube abbilden. Dagegen giebt das indirecte Sehen, sozusagen, die Winke zum Fixiren, es mahnt uns an den Gegenstand, ehe derselbe unsere Aufmerksamkeit in bevorzugter Weise beschäftigt, und dient durch den freien Ueberblick, den es gewährt, vorwaltend der Orientirung. Wir begegnen Leidenden, welche nur noch das directe Sehen besitzen. Sie können sich in deren Lage versetzen, wenn Sie einen langen Tubus von geringem Kaliber vor das Auge halten. Mit demselben erkennen Sie freilich die feinsten Objecte, welche gerade in dem kleinen Gesichtsfelde enthalten sind, aber sie würden, der seitlichen Eindrücke beraubt, auf der Straße Ihre Schritte nicht lenken können. In Summa müssen Sie sich also das Bild, welches von der Außenwelt auf der Netzhaut entsteht, wie ein Gemälde denken, welches nur in seinem Centrum ausgeführt, von hier nach den Seiten hin immer gröber und gröber skizzirt ist.

Je mehr sich die einzelnen Netzhautbilder von der Stelle des direkten Sehens entfernen, desto mehr entfernen sich natürlich auch die zugehörigen Objecte vom Fixirpunkt; und, wie die Netzhaut ihre bestimmte Ausdehnung und endlich ihren Rand hat, so hat auch der Abstand der durch excentrisches Sehen wahrzunehmenden Objecte vom Fixirpunkt seine Gränze. Bei geradeaus gerichtetem Blick bemerken Sie noch eben eine Hand, welche nach der Schläfe hin fast in die Verlängerung Ihrer Gesichtsfläche fällt. Es ist dies die äußerste Stellung, von welcher noch Licht auf die Netzhaut gelangt. Ueberschreiten Sie dieselbe, so verschwindet die Hand, da sich kein Bild der-

selben mehr auf der Netzhaut entwirft. Die Verbindung nun sämmtlicher äußersten Stellungen, von welchen aus, bei unverrücktem Blick, noch Eindrücke stattfinden, bezeichnet den Rahmen des Gesichtsfeldes, und, was innerhalb dieses Rahmens liegt, das Gesichtsfeld selbst.

In diesen, beziehungsweise zum Kopf unveränderlichen Raum des Gesichtsfeldes hinein werden alle Erregungen unserer Netzhaut, sowohl die durch Sinnesreiz entstandenen, als die dem subjectiven Sehen angehörigen, versetzt; und zwar geschieht dies immer nach den Richtungen, in welchen beim Obwalten eines regelmäßigen Sehactes die Quelle der Reizung für die betreffende Netzhautstelle liegen würde. Wir versetzen das mittelst eines Spiegels entworfene Bild eines Objectes hinter den Spiegel, obwohl wir uns der Täuschung, nach so vielen Erfahrungen, wohl bewußt sind, weil das reflectirte Licht in unser Auge gerade so einfällt, als wenn sich das Object hinter dem Spiegel befände; aber auch den Feuerkreis, den wir hervorrufen, wenn wir unser Auge von der Schläfenseite her drücken, versetzen wir in den gegenüberliegenden Theil des Gesichtsfeldes, obwohl uns unser eigenes Tastgefühl über den Ort der Reizung belehrt: wir thun es, weil beim gesetzmäßigen Sehact die Schläfenseite der Netzhaut erregt wird durch Licht, welches von der Nasenseite her einfällt. Nothwendig muß auch durch diese Projectionsthätigkeit, wie man es nennt, das in Natur umgekehrte Netzhautbild wieder aufrecht in das Gesichtsfeld verpflanzt werden.

Eine allgemeine Reizung unserer Netzhaut oder des Sehnervenapparates ohne Wahrnehmung von Objecten, wird uns ein lichtes, ein vollkommener Ruhezustand dieser Theile dagegen ein dunkles Gesichtsfeld verschaffen. Verwechseln Sie nicht „dunkel sehen“ mit „nicht sehen“. Jenes stellt die Empfindung der Ruhe eines functionsfähigen Apparates dar, dieses aber

entspricht dem Mangel jedwedes functionirenden Apparats. Sie haben deshalb das Gefühl von Dunkelheit nur in der Ausdehnung Ihres Gesichtsfeldes, der Netzhaut gegenüber, wenn ich so sagen darf. Hinter Ihrem Rücken aber haben Sie weder das Gefühl von Helligkeit noch von Dunkelheit, sondern es fehlt Ihnen dort jedwede Sehempfindung.

Hinsichtlich der Größe der Netzhautbilder vergleichungsweise zu den Objecten erinnere ich Sie einfach an die Regeln der Perspective. Da in dieser Beziehung absolut kein Unterschied zwischen einem beliebigen anderen optischen Bilde, z. B. dem der Camera obscura, und dem des menschlichen Auges besteht, so werden auch die Netzhautbilder sich umgekehrt proportional zur Entfernung der Objecte verhalten. Das Bild eines Bleistiftes einen Fuß vor das Auge gehalten, verdeckt den Baumstamm vor Ihrem Fenster, das Bild einer Erbse in gleicher Entfernung den Mond am Himmel. Wenn wir trotzdem den Mond für größer halten als eine Erbse und den Baum für dicker als einen Bleistift, so liegt dies, abgesehen davon, daß uns wenigstens der Baumstamm bekannt ist, darin, daß wir unser Urtheil combiniren aus der direct empfundenen Größe des Netzhautbildes und der Entfernung des Objectes. Weil nun das Bewußtsein dieser letzteren sich größtentheils auf Erfahrung gründet, so ist auch das richtige perspectivische Sehen ein wesentlich erlerntes. Ein Kind wird den Größenunterschied zwischen dem Bleistift und dem Baumstamm jedenfalls nicht in der Weise schätzen, wie ein in der Verwerthung seiner Gesichtseindrücke bereits Erfahrener. Von dem Monde weiß es zunächst, daß es ihn mit dem Arm nicht erreichen kann. Durch andere Schlüsse wird er auch bald etwas weiter emporgehoben, aber „die Mutter" — so hörte ich es selbst begehren, — „könnte ihn wohl noch herunterlangen". Wir sind

gewohnt mit Kindern viel zu scherzen und verkennen deshalb leicht den vollen Ernst eines solchen Begehrens.

Nicht abbrechen können wir diese Betrachtungen über das Netzhautbild, ohne einer merkwürdigen Stelle des Augenhintergrundes zu gedenken, nämlich: der hier gelb gefärbten *Eintrittsstelle des Sehnerven*. Bei dem mäßigen Abstande von der Netzhautgrube müßten, nach den erörterten Principien des excentrischen Sehens, die hierher fallenden Bilder noch leidliche, wenn auch nicht vollkommene Gesichtseindrücke vermitteln. Statt dessen ist im Bereich dieser Stelle jedwede Wahrnehmung aufgehoben. Es entspricht ihr ein völlig *blinder* Bezirk des Gesichtsfeldes. Die meisten von Ihnen werden auf diesen Fehler ihres Auges, wenn man es so nennen darf, noch nicht aufmerksam geworden sein, und doch können Sie sich jeden Augenblick von der Thatsache überführen:

Stellen Sie sich vor eine Tafel, fixiren Sie mit dem einen Auge einen auf derselben verzeichneten Punkt, und gehen mit einer, an einem schwarzen Stabe befestigten weißen Kugel von diesem Punkte allmählich nach der Schläfenseite des fixirenden Auges herüber, während der Blick unverrückt auf den Punkt gerichtet bleibt, so verschwindet die Kugel an einer bestimmten Stelle völlig, und taucht erst nach einer gewissen Fortsetzung ihrer Bahn wieder auf*). — Natürlich müssen Sie bei dem Versuche das zweite Auge verdecken, weil sonst das Bild der Kugel, wenn es auf dem einen Auge in den blinden Fleck fiele, auf dem zweiten zu einem wahrnehmenden Bezirke gelangen würde.

Die blinde Stelle ist nicht etwa übertrieben klein, Sie können den Kopf eines Menschen mitten in Ihrem Gesichtsfelde

*) Da ein Spiel Karten sich so ziemlich in Jedermanns Händen befindet, so empfehle ich folgende Einrichtung des Versuchs: Man schließe das

verschwinden lassen, wenn Sie sich nur 4 Schritte von demselben entfernen und fast 100 Monde am Himmel finden in deren Bereiche Platz. Als Mariotte vor 2 Jahrhunderten die wichtige Thatsache auffand, erregte sie solches Aufsehen, daß der Versuch (1668) vor dem Könige von England wiederholt werden mußte. Bei den vielfachen Umformungen, die er nun erhielt, stellte sich immer dasselbe merkwürdige Factum heraus. Fast wäre übrigens diese Entdeckung für die Lehre von den Gesichtswahrnehmungen gefährlich geworden; denn da man damals Sehnerv und Netzhaut im wesentlichen für eins hielt, so durfte man a priori von jener Eintrittsstelle, die alle Leitungsfasern zusammenfaßt, eine potenzirte Empfindlichkeit für Licht erwarten. War sie nun unempfindlich, so konnte auch die Netzhaut nicht als rechtmäßige Vermittlerin der Lichtempfindung gelten. In dieser Weise schloß wirklich Mariotte und übertrug die Lichtempfindung der hinter der Netzhaut liegenden Aderhaut, bis dann durch Bernoulli und Haller die erstere wieder in ihre Rechte eingesetzt ward.

Der scheinbar räthselhafte Zusammenhang erklärt sich durch das, was ich bereits gelegentlich der allgemeinen Beziehung des Lichtes zum Sehorgan (S. 19) Ihnen mitgetheilt. Der Sehnerv spielt eben nur die Rolle eines Leiters, während die Empfindung der Aetherschwingungen als des specifischen Sinnesreizes der

linke Auge, halte die Treffzwei so vor das rechte Auge, daß die Fläche der Karte parallel der Gesichtsfläche, der Längsdurchmesser wagerecht oder ganz schwach nach rechts geneigt liegt. Entfernt man in dieser Haltung allmählig die Karte von der Gesichtsfläche, indem man die Kreuzungsstelle des links liegenden Treffkreuzes unverrückt fixirt, so verschwindet das rechte Kreuz bei einem Abstande von 8—9″ gänzlich und es erscheint an dessen Stelle nur der weiße Kartengrund. Gelingt es nicht das Kreuz zum völligen Verschwinden zu bringen, so vermehre oder vermindere man in dem Abstande, in welchem dies relativ am meisten geschieht, die Neigung des Längsdurchmessers der Karte um ein Weniges, und probire so die dem Versuche günstigste Haltung aus.

Netzhaut, oder richtiger gesagt, deren äußerer Schicht*) anvertraut ist.

Eine andere Frage, welche Sie hier mit vollem Recht aufwerfen, ist die, warum uns für gewöhnlich das Vorhandensein des blinden Flecks entgeht, selbst dann, wenn wir nur ein Auge brauchen, und demnach eine Deckung der Lücke durch das Bild der zweiten ausschließen. Der Hauptgrund ist, daß, weil die Lücke immer an derselben Stelle des Gesichtsfeldes liegt, die Vorstellung gelernt hat, dieselbe in der natürlichsten Weise, wie sie sich am besten mit dem Zusammenhange der Objecte verträgt, auszufüllen. Zeichne ich z. B. an der Tafel eine kreuzförmige Figur, und richte nun meinen Blick so, daß ein mittlerer, gerade die Kreuzungsstelle einschließender Bezirk dieser Figur in den blinden Fleck fällt, so glaube ich allerdings noch ein Kreuz zu sehen, ich sehe aber in Wirklichkeit nur was außerhalb jenes Bezirkes liegt, das andere ergänze ich durch Vorstellung; das Kreuz ist ja eine geläufige Figur, nnd wenn einmal zwei Linien so senkrecht auf einander gerichtet sind, so ist es auch die Regel, daß sie sich wirklich kreuzen. Der beste Beweis, daß es sich so verhält, liegt darin, daß, wenn Sie alles auslöschen, was sich innerhalb des Bezirkes befindet, Sie dennoch fortfahren, das Kreuz zu sehen; und wenn Sie, um den Versuch eleganter zu machen, in eben den Bezirk eine beliebige Photographie einsetzen, so sehen Sie von dieser nichts, sondern Sie glauben immer wieder das Kreuz zu sehen**). Hier haben Sie also einen

*) Die Wissenschaft hat nämlich erwiesen, daß auch die Netzhaut in dem größeren Theil ihrer Dicke, wie der Sehnerv, aus leitenden Elementen besteht, und daß nur eine eigenthümliche stäbchenförmige Lage, welche sie gegen die Aderhaut begränzt, die Rolle des Endapparates oder des Assimilators für den adäquaten Sinnesreiz übernimmt.

**) Auch für diese Ermittlung kann man eine Treffzwei benutzen, wenn man unter Beibehaltung des in der früheren Anmerkung (S. 40) empfohlenen Versuches die Arme des rechten Treffkreuzes durch zwei dicke, die Vorstellung fesselnde Striche verlängert.

Zusammentritt objectiver Sinnesthätigkeit und subjectiver Production, offenbar mit Hilfe des centralen Sehnervenendes, welcher für die ganze Lehre bezeichnend ist und gewissermaßen das zusammenfaßt, was ich nach beiden Richtungen Ihnen vorzutragen bemüht war.

Wir haben bis jetzt das Auge als ein ruhendes betrachtet. Sie wissen aber wohl, daß es sich bewegt. Schon des Fixirens wegen durfte es nicht anders sein, denn es wäre sehr lästig und unvollkommen, wenn wir allemal durch die schwerfälligeren Kopfbewegungen die zum directen Sehen nöthigen Blickrichtungen einleiten müßten. Aber ein weit höherer Zweck der Augenbewegungen liegt in der Regulirung der gegenseitigen Stellung beider Augen. Diese soll nach der Lage des gemeinschaftlich fixirten Punktes wechseln, eine Anforderung, welcher immobile Augen nicht zu entsprechen im Stande wären.

Bei den Augenbewegungen wird das Auge selbst nicht im Raume verschoben, sondern um ein in seiner Mitte gelegenes Bewegungscentrum rotirt. Die Mechanik hat nachgewiesen, daß dies für eine Kugel am vollkommensten durch drei Kräftepaare geschieht, welche dieselbe um drei, den Raumdimensionen entsprechende Axen rotiren; so finden wir denn auch drei, diese Bedingung wenigstens großentheils erfüllende Muskelpaare für die Bewegungen des Auges bestimmt. Der Blick kann durch dieselben nach rechts und links, nach oben und nach unten gerichtet werden bis zu gewissen äußersten Stellungen, welche das Feld des direkten Sehens oder Blickfeld, wohl zu unterscheiden von dem oben erwähnten, das indirekte Sehen umfassenden Gesichtsfeld, einrahmen.

Die Stellungen, welche wir unseren Augen ertheilen, sind, abgesehen vom Sehact, von Interesse für die Symbolik des Blicks. Wenn sich, wie wir gesehen haben, an die Fixation eines Objectes eine bestimmte Richtung der Augen knüpft, so

ist die Wahl des Fixirpunktes selbst der Willkür überlassen. Es giebt Affecte, in denen wir wirklich einen bestimmten Punkt desjenigen Objectes, mit welchem sich unsere Vorstellungen beschäftigen, fixiren; es giebt deren andere, in welchen wir den Blick über jenes Object wandern lassen, dasselbe beispielsweise linear messend oder umkreisend; wieder andere, in denen wir den Blick gar nicht darauf richten, sondern auf ein phantastisches, vor oder hinter dasselbe liegendes Fixirobject; endlich solche, in welchen der Blick sich ohne besonderen Zielpunkt in unbestimmter Ferne bewegt. Einen mächtigen Einfluß für den Ausdruck übt bekanntlich die Hebung oder Senkung des Blicks, ferner die Richtung beider Augen gegen einander, endlich das Verhalten der Pupille und der beiden Augenlider, sowohl unter sich als beziehentlich zum Augapfel. Aus der Analyse aller dieser Verhältnisse ergeben sich die Principien für die Physiognomik des Blicks, auf deren Erörterung ich bedauere nicht eingehen zu können.

Als unerläßlich für unseren Gegenstand nur noch einige Worte über das Sehen mit zwei Augen. Obwohl sich in jedem Auge ein eigenes Bild auf der Netzhaut entwirft, sehen wir gewöhnlich nur eins. Dies beruht auf einer uns gegebenen Fähigkeit, die beiderseitigen Eindrücke in unserer Empfindung zu verschmelzen, wenn sie bestimmte gesetzmäßige Bedingungen erfüllen. Daß es nicht ohne diese letzteren möglich ist, wird Ihnen aus folgendem Versuch erhellen. Richten Sie beide Augen auf ein Object, üben dann mit dem Finger durch das untere Lid hindurch einen gelinden Druck auf das eine Auge aus, wobei Sie dessen Stellung etwas verschieben; so bemerken Sie sofort, daß aus dem früher gemeinschaftlichen Bilde sich ein zweites abzweigt, und daß nun alle Gegenstände des Gesichtsfeldes doppelt erscheinen; Sie

haben jetzt die gesonderte Empfindung der beiderseitigen Netzhautbilder. Es müssen die beiden Eindrücke, um verschmolzen zu werden, Netzhautpunkte treffen, die, fast symmetrisch in beiden Augen gelegen, den Namen der identischen Punkte führen; sowie es sich anders gestaltet, folgt Doppeltsehen. Die nicht fixirten Objecte sehen wir auch bei richtiger Stellung der Augen zum größten Theile doppelt, weil sie nicht auf identische Netzhauttheile fallen. Halten Sie sich z. B. einen Finger dicht vor die Augen, und fixiren hierbei ein entferntes Object, so liefert der Finger zwei durchaus gesonderte Doppelbilder. Allein es ist die Aufmerksamkeit so concentrirt auf die fixirten Objecte, daß wir uns dieses Doppelsehens des indirect Gesehenen wenig bewußt werden.

Welches ist nun aber die fundamentale Bestimmung des doppelseitigen Sehens? Ist der Gebrauch eines zweiten Auges lediglich gewährt, uns eine größere Sicherstellung für Erhaltung der Sehkraft und ein weiteres Gesichtsfeld zu verschaffen, oder ist er einfach als Product der symmetrischen Körperanlage aufzufassen? Es wurzelt derselbe in einer die Gesichtswahrnehmungen tiefer berührenden Beziehung. Da sich, wie oben erörtert, auf jeder Netzhaut ein perspectivisches Bild der Außenwelt entwirft, so kann auch vor der Hand nur dieses zum Bewußtsein gelangen. Sehen wir auch mit einem Auge die Objecte körperlich, so liegt dies, abgesehen von unserer durch Erfahrung getragenen Vorstellung, im Sehapparat selbst nur darin, daß wir bei jeder Veränderung unseres Standpunctes oder Wendung unseres Kopfes ein anderes perspectivisches Bild von denselben Objecten erhalten, indem die nahen sich gegen die entfernteren verschieben. Während des einseitigen Sehactes erwacht also der Eindruck der Tiefendimension oder des Körperlichen nur durch die fortwährende Veränderung des Standpunktes. Ein Einäugiger sieht, um mich der

Worte eines berühmten Physiologen zu bedienen, so lange er stille sitzt, nur ein perspectivisches Bild der Welt, nicht die Welt. Anders verhält es sich beim Sehen mit zwei Augen. Hier bekommen wir, wie von 2 verschiedenen Standpunkten aus, auch für jedes Auge ein anderes perspectivisches Bild. Halten Sie sich einen Finger in einiger Entfernung vor das Gesicht, so bedeckt derselbe beim Verschlusse des rechten Auges andere Stellen entfernter Objecte, als wenn Sie das linke Auge schließen; und, wie es sich zwischen dem Finger und entfernten Objecten verhält, so wird es sich überhaupt zwischen allen Objecten verschiedenen Abstandes verhalten.

Schon vor fast 4 Jahrhunderten hatte der berühmte Maler, Leonardo da Vinci*) darauf aufmerksam gemacht, daß man beim Gebrauch beider Augen von den hinter einem Körper befindlichen Objecten mehr sieht als mit einem einzigen, indem man nämlich die gesonderten Eindrücke beider Augen zusammenstellt; auch beklagt sich derselbe darüber, daß die Malerei diesen Vortheil, an welchen sich großentheils das Erhabensehen knüpfe, nicht nachzuahmen vermöge; und doch war es erst in neuerer Zeit dem englischen Physiker Wheatstone vorbehalten, diese Thatsache in ihrer vollen Tragweite zu würdigen, und hierauf das Instrument zu gründen, welches jetzt einen Gegenstand allgemeiner Unterhaltung, aber zugleich einen Hebel wissenschaftlicher Versuche abgiebt. Wenn wir in die, für beide Augen gesonderten Gesichtsfelder des Stereoscops zwei verschiedene perspectivische Ansichten eines körperlichen Gegenstandes hineinschieben, wie sie sich dem rechten und dem linken Auge darbieten, so erhalten wir auf unseren beiden Netzhäuten ganz dieselben beiden Bilder, als wenn der körperliche

*) Tractat von der Malerey, übers. von Georg Böhm. Nürnberg 1724. S. 91 u. 92.

Gegenstand selbst da wäre; und, da wir für gewöhnliche Verhältnisse diese beiden Netzhautbilder eben nur unter letzterer Bedingung erhalten, so schließen wir unter der künstlich herbeigeführten Bedingung sofort auf die Gegenwart eines Körpers. Was wir mit einem Auge nur durch successives Wechseln des Standpunktes erreichen, nämlich die Wahrnehmung der Tiefendimension, das erreichen wir mit zwei Augen auf einen Schlag, indem wir die beiden Ansichten combiniren, und eben weil es auf einen Schlag geschieht, und die beiden Standpunkte unserer zwei Augen in unserem eignen Körper liegen, und nicht erst aufgesucht zu werden brauchen, ist auch der Eindruck des Körperlichen, welchen wir dem doppeläugigen Sehen verdanken, ein so lebendiger und unmittelbarer.

So viel über das Organ, welches für die Nahrung unseres Geistes, für die Begründung unserer Weltanschauung und für die Beziehung der Menschen unter sich einen Einfluß übt, über dessen Umfang sich der im ungeschmälerten Besitze stehende kaum volle Rechenschaft zu geben vermag. Redner haben es gepriesen, Dichter haben es besungen; aber der volle Werth desselben ist versenkt in das stumme Sehnen derer, die es einst besessen und verloren haben.

Und noch unter einem besonderen Gesichtspunkt hat die Forscherwelt Grund, das Auge ein Kleinod der Schöpfung zu nennen. Durch die Reichhaltigkeit seines Baues, durch den Aufwand vollkommenster Hilfsmittel, mit denen der hohe Zweck erreicht ward, und durch die krystallene Klarheit seiner Theile, welche eine tiefere Einsicht als andere Organe des Körpers gestatten, ist es zu einem Prüfstein ärztlichen Denkens und zu einer Fundgrube naturwissenschaftlicher Studien geworden.

Das sind die Studien, welche, eng verbrüdert, auf den ge-

meinsamen Zielpunkt einer großen Naturkraft ihr Steuer richten: einer Kraft, welche nach denselben unwandelbaren Gesetzen alle Erscheinungen regiert und zusammenhält, ob sie das fluthende Meer in seinem weiten Bette hebt, oder die feinen Moleküle in der organischen Zelle ordnet, ob sie die riesigen Himmelskörper in ihre Bahnen zwingt oder die zarte Aetherwelle auf dem Strahlenpfade zu unserer Netzhautgrube leitet. In ihrem Walten weht der Athem des Unvergänglichen, und auch wir fühlen uns inmitten menschlicher Willkür und Gebrechlichkeit von höherem Geiste getrieben, wenn wir unser Sinnen und Trachten, wenn wir den heißen Drang der Erkenntniß auf ihr tief nothwendiges, unstörbar gleiches Wirken lenken. Mag immerhin hochmüthige Geistesrichtung hie und da die Wissenschaft der Natur eines verwerflichen Materialismus beschuldigen: es wird sich diese ihrer idealen Aufgabe nur desto mehr bewußt, an allen Quellen des Daseins den ewigen Willen des Schöpfers zu erforschen, und, mit göttlicher Wahrheit befruchtet, eine Bilderin und eine Spenderin echter Menschlichkeit zu sein.

(132)

Berlin, Druck von Gebr. Unger (C. Unger), Königl. Hofbuchdrucker.